

## ミニマル CVD 装置におけるシリコンエピタキシャル製膜の高速化

Increasing silicon epitaxial growth rate for minimal CVD reactor

横国大院理工<sup>1</sup>, ミニマルファブ推進機構<sup>2</sup>, 産総研<sup>3</sup>, 松尾美弥<sup>1</sup>, 室井光子<sup>1</sup>, °高橋俊範<sup>1</sup>,

羽深 等<sup>1</sup>, 池田伸一<sup>2,3</sup>, 石田夕起<sup>2,3</sup>, 原 史朗<sup>2,3</sup>

Yokohama National Univ.<sup>1</sup>, MINIMAL<sup>2</sup>, AIST<sup>3</sup>, Miya Matsuo<sup>1</sup>, Mitsuko Muroi<sup>1</sup>, °Takahashi Toshinori<sup>1</sup>,

Hitoshi Habuka<sup>1</sup>, Shin-ichi Ikeda<sup>2,3</sup>, Yuuki Ishida<sup>2,3</sup> and Shiro Hara<sup>2,3</sup>

E-mail: habuka-hitoshi-ng@ynu.ac.jp

### 序論

環境への影響を考慮しながら様々な電子部品を無駄なく適切な量だけ生産するため、小さなウエハ(直径 12.5 mm)を用いる「ミニマル・ファブ」[1] が提案されている。これに用いられる化学気相堆積(CVD)装置について既往の研究では、集光型加熱炉によって加熱したシリコンウエハの表面にトリクロロシランガスを導入することにより、実用レベルの速度で製膜可能であること、総ガス流量が装置内温度に影響を与えること[2]などが示された。本研究では基板下側温度、水晶振動子(QCM)を用いて、原料ガス供給量が基板温度に及ぼす効果について調査したので報告する。

### 実験

本研究で用いた CVD 装置を Fig. 1 に示す。円筒状の石英ガラス製反応器の中の基板支持台にシリコンウエハ(直径 12.5 mm)を設置後、赤外線ランプを点灯して昇温し、上側のノズルから原料ガスを供給した。赤外線ランプから出た光は反射鏡により集光されて、ウエハのみを加熱する。反応器内の温度として、基板支持台の内側に設けた熱電対によって A 点を測定した。

キャリアガスの水素を 35~85 sccm に、製膜ガスのトリクロロシラン( $\text{SiHCl}_3$ )をバブリングするための水素を 35 sccm に設定し、トリクロロシランを 21 sccm 供給した。反応器内の圧力を 1 気圧に、赤外線ランプの電圧を 80 V に設定した。水晶振動子(QCM)を下流側に用いてトリクロロシランの供給量を測定した。

### 結果と考察

1 分間に得られた膜厚と基板下側温度の関係を Fig. 2 に示す。基板下側温度が 410°C から 490°C に増加すると膜厚は 0.2  $\mu\text{m}$  から 1.5  $\mu\text{m}$  に増加した。したがって、基板下側温度が上がると膜厚が増加する傾向が認められた。本研究ではハロゲンランプの電圧を 80 V に一定にしたが、製膜ごとに基板下側温度と膜厚は変化した。

QCM 振動数低下幅と温度の関係を Fig. 3 に示す。振動数低下幅が 169 Hz から 1281 Hz に増大すると基板下側温度 430°C から 490°C に上昇した。振動数低下幅はトリクロロシラン濃度に対応すること、および、トリクロロシランはハロゲンランプの光の一部を吸収することから、トリクロロシラン供給量が増加することにより光吸収量が増えて気相および基板の温度が上がり、化学反応が速くなって膜厚が増加したと考えられる。

### 結論

ミニマル CVD 装置における膜厚と基板下側温度の関係およびトリクロロシラン供給量の効果を把握した。トリクロロシラン供給量が増加すると温度が上昇し、膜厚が増加することが分かった。

### 文献

- [1] 産総研・ファブシステム研究会, レポート「21 世紀型生産システム」, 2008.
- [2] N. Li *et al.*, ECS J. Solid State Sci. Technol., 5 (2016) P280.

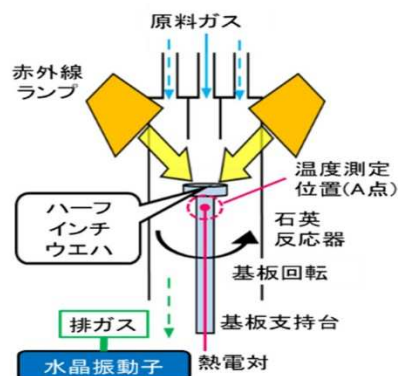


Fig. 1 CVD 装置

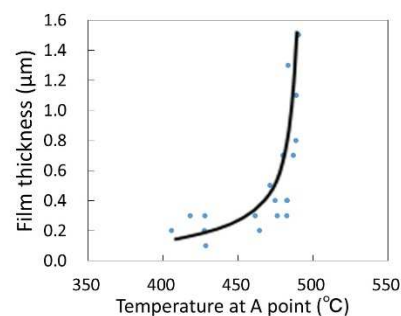


Fig. 2 A点の温度と膜厚の関係

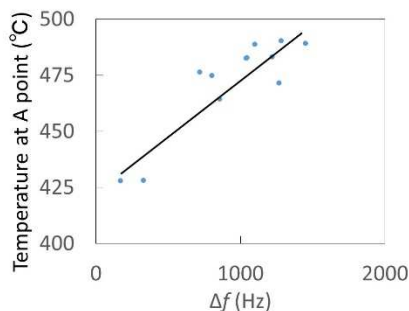


Fig. 3 QCM 振動数変化と A 点の温度